

РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ

К.Д. Никитин, канд. техн. наук, профессор, генеральный директор,

В.А. Баранов, эксперт

ООО ИТЦ «Сибинтехкран»

Н.И. Ивашков, канд. техн. наук, генеральный директор

НПП «Подъемтранссервис»

Л.Н. Горбунова, профессор

Красноярский государственный технический университет

Среди грузоподъемных кранов России, находящихся в эксплуатации и являющихся основным средством механизации в промышленном производстве, более 80% уже несколько лет назад исчерпали нормативные сроки эксплуатации, требуют замены, модернизации, а значительная часть подлежит списанию. Для оценки остаточного ресурса мостовых кранов, находящихся в эксплуатации, предлагается инженерный метод расчета по допустимому расчетному остаточному прогибу главных балок.

Уровень промышленной безопасности, безаварийность промышленного производства в значительной мере определяются состоянием технологического оборудования, его исправностью и работоспособностью.

В странах – бывших республиках СССР после его распада значительно ухудшилось качество основных фондов промышленных предприятий: зданий, сооружений и технологического оборудования, которые повсеместно физически и морально стареют. Например, в России по имеющимся оценкам средний срок службы производственного оборудования составляет свыше 26 лет, что вдвое больше нормативного [1].

Особенно наглядно это проявилось в сфере транспортно-технологического оборудования и, в частности, в отношении подъемных сооружений, предназначенных для выполнения операций по перемещению грузов с одного уровня на другой и являющихся потенциально опасными техническими устройствами. Из 270 тысяч грузоподъемных кранов России, находящихся в эксплуатации и являющихся основ-

ным средством механизации в промышленном производстве, более 80% уже несколько лет назад исчерпали нормативные сроки эксплуатации, требуют замены или модернизации, значительная часть из них по своему техническому состоянию подлежит списанию.

Однако современное экономическое состояние владельцев подъемной техники, а также менталитет новых собственников, выраженный в повсеместном стремлении к сиюминутному извлечению прибыли, не позволяют осуществить масштабное обновление грузоподъемной техники. Поэтому в ближайшие годы не ожидается существенного улучшения состояния парка кранового оборудования. Наоборот, при существующих темпах его обновления менее 1% в год (при норме 8-10%) доля грузоподъемных кранов с истекшими сроками службы увеличивается и к настоящему времени по некоторым оценкам может превышать 95% всего парка [2]. Такое положение ведет к дальнейшему снижению общего технического уровня эксплуатируемых грузоподъемных кранов, их надежности и безопасности, при-

водит к авариям и инцидентам, становится причиной стагнации в производстве и совершенствовании подъемно-транспортной техники.

Указанные проблемы не новы. Еще в 80-е годы прошлого века Госгортехнадзором СССР было принято решение о необходимости проведения обследований металлоконструкций подъемных сооружений с истекшими сроками службы комиссиями, специально создаваемыми на предприятиях с целью оценки состояния конструкций и определения возможности продления сроков эксплуатации. В дальнейшем, начиная с 1991 года, выполнение таких работ стало осуществляться специализированными организациями, получившими соответствующее разрешение (лицензию). После выхода в 1997 году Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» была организована достаточно стройная иерархическая система экспертизы промышленной безопасности (СЭПБ), управляемая Ростехнадзором и его органом - ГУП «Научно-технический центр «Промышленная безопасность». Непосредственную экспертизу промышленной безопасности опасных производственных объектов и потенциально опасных технических устройств, их обследование и техническое диагностирование с оценкой технического состояния и соответствия требованиям промышленной безопасности осуществляют экспертные организации, аккредитованные в этой системе и получившие лицензии.

В соответствии с требованиями «Положения по проведению экспертизы промышленной безопасности подъемных сооружений» РД 10-397-01 эта экспертиза должна включать

определение остаточного ресурса по методикам, согласованным с Ростехнадзором. В настоящее время существует несколько таких методик, часть из которых получила официальное утверждение. Так, на рабочем совещании по оценке остаточного ресурса подъемных сооружений в г. Сочи в октябре 2002 г. [3] был рассмотрен ряд методик, в частности:

- методические указания по экспертному обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы (краны стреловые самоходные общего назначения) как дополнение к рабочему документу РД 10-112-2-97 (разработчик - акционерное общество «ВНИИСтройдор-маш», г. Москва);

- руководящие документы по оценке остаточного ресурса кранов мостового типа, представленные двумя московскими предприятиями: ОАО «ВНИИПТМАШ» (РД 24-112-5Р как дополнение к РД 10-112-5-97) и Специальное конструкторское бюро башенного краностроения (МУ 22-28-05-99);

- методические указания по определению остаточного ресурса металлических конструкций грузоподъемных кранов (краны мостового типа), разработанные ЗАО «Инженерно-экспертное предприятие Ратте» и ЗАО «Санкт-Петербургская техническая экспертная компания»;

- методические указания по оценке остаточного ресурса грузоподъемных кранов, отработавших нормативный срок службы (разработчик - ЗАО «Уральский экспертный центр», г. Екатеринбург);

- методы расчетной оценки остаточного ресурса конструкций грузоподъемных кранов, представленные красноярским экспертным центром «Регионтехсервис».

Само по себе требование оценки остаточного ресурса безусловно це-

лесообразно, т.к. позволяет с одной стороны прогнозировать сроки возможной остаточной эксплуатации техники до ее планируемой замены, с другой - обеспечивать списание машин, состояние которых по расчету становится близким к предельному.

Однако, существующие ныне инженерные методики расчета и оценки остаточного ресурса грузоподъемных кранов имеют принципиальные недостатки, которые могут поставить под сомнение их адекватность. Во-первых, это ограниченность их возможностей, т.е. отсутствие универсальности. Обязательное требование РД о необходимости расчета остаточного ресурса относится к подъемным сооружениям вообще, предметом же рассмотрения существующих утвержденных методик являются лишь грузоподъемные краны мостового типа. Но даже они имеют ряд ограничений, не позволяющих производить оценку ресурса для ряда широко используемых в промышленном производстве разновидностей металлоконструкций кранов.

Например, инженерно-техническим центром «Сибинтехкран» в 2004 году была приобретена одна из наиболее совершенных на сегодняшний день программ расчета остаточного ресурса «ReLiCS», разработанная ЗАО «Инженерно-экспертное предприятие Ратте» и ЗАО «Санкт-Петербургская техническая экспертная компания». На практике она оказалась пригодной только для мостовых кранов с металлоконструкцией коробчатого сечения и с гибким подвесом груза. Невозможно было использовать эту программу для обследованных центром кранов ОАО «Северсталь», имеющих жесткий подвес груза (колодцевые краны) и дополнительную усиливающую ферму моста (пратценкраны).

Во-вторых, построение инженерных методик основано на сугубо те-

оретических посылах теорий усталостной выносливости или трещиностойкости элементов конструкции, не учитывающих поведения несущей металлоконструкции крана в целом и ее наиболее проблемных элементов в реальных условиях многолетней эксплуатации, поскольку статистические данные об этом попросту отсутствуют. Не определено также влияние ремонтных операций на продолжительность службы металлоконструкций до предельного состояния.

Без устранения этих недостатков существующих методик сама возможность расчетной оценки остаточного ресурса кранов становится сомнительной, а погрешность такого расчета не поддается оценке.

В сложившейся ситуации до накопления необходимого статистического материала наиболее целесообразным для оценки остаточного ресурса металлоконструкции крана представляется путь использования экспериментальных данных по остаточному прогибу мостовых конструкций на протяжении нескольких лет эксплуатации.

Как известно, несущим пролетным металлоконструкциям кранов мостового типа при проектировании и изготовлении придается выгиб вверх относительно горизонтальной линии, так называемый *строительный подъем*, компенсирующий упругую деформацию моста при его нагружении. В процессе эксплуатации в результате накопления постоянно развивающихся необратимых остаточных деформаций происходит постепенное уменьшение величины строительного подъема до нуля, а в дальнейшем пролетные балки приобретают постепенно увеличивающийся *отрицательный прогиб*. Через несколько лет наступает момент, когда эти остаточные деформации, суммируясь с упругими деформациями от воздействия рабо-

чих нагрузок, достигают предела текучести конструкции. Этот момент можно считать предельным состоянием несущих металлоконструкций (главных балок) крана по исчерпанию пластичности.

Такой подход был использован инженерно-техническим центром «Сибинтехкран» для оценки остаточного ресурса мостовых кранов по допустимому расчетному остаточному прогибу главных балок. Разработанная методика основана на допущении, что величина строительного подъема зависит от конструкции крана и назначается так, чтобы при расположении тележки с номинальным грузом в середине пролета главные балки становились прямолинейными. В качестве определяющего параметра при оценке допустимых остаточных деформаций принят условный предел упругости, при котором относительные остаточные деформации не превышают 0,05%.

С учетом геометрических размеров главных балок (высота балки, пролет крана) вычисляется соответствующий принятому условию допустимый расчетный остаточный прогиб главных балок, показывающий насколько может прогнуться мост крана относительно первоначально заданной величины строительного подъема.

Сравнивая величину начального строительного подъема и фактическую величину прогиба пролетного строения на момент проведения экспертизы, устанавливаем величину «осадки» балок за период эксплуатации и среднегодовой темп (скорость) изменения строительного подъема. Вычислив разницу между допустимым расчетным остаточным прогибом главных балок и прогибом, появившимся в течение срока службы крана и поделив ее на среднегодовой темп изменения остаточного прогиба на момент обследования, получим остаточный рас-

четный срок службы металлоконструкций. При этом принято допущение о постоянстве скорости изменения прогиба балок в течение всего времени эксплуатации крана. Для выявления действительного характера изменения скорости деформирования необходимы многолетние замеры металлоконструкций эксплуатируемых кранов.

Такая методика проста в применении, использует простой математический аппарат и данные для расчетов, получаемые в ходе проведения экспертного обследования и технического диагностирования. Будучи достаточно универсальной для кранов мостового типа, она может быть использована для случаев, когда иные методики не работают.

Оценка остаточного ресурса мостовых кранов по допустимому расчетному остаточному прогибу главных балок выполнена экспертами ИТЦ «Сибинтехкран» для ряда предприятий: ОАО «Братский алюминиевый завод» (2000 г.), ОАО «Красноярский алюминиевый завод» (2001 г.), ОАО «Сибэлектросталь» (2001 г.), ОАО «Северсталь» (2004 г.). В последнем случае определенный остаточный ресурс составил для двух колодцевых кранов 5 и 10 лет, восьми пратценкранов - от 0,1 до 40 лет, один из которых решено списать. В качестве обязательного условия дальнейшей эксплуатации обследованных кранов в заключение экспертизы промышленной безопасности внесено требование о ежегодном замере величины фактического прогиба несущей металлоконструкции с фиксацией в паспорте крана.

Исходя из вышеизложенного, для дальнейшего развития методологии инженерных расчетов и оценки остаточного ресурса грузоподъемных кранов целесообразно:

- обеспечить сбор статистического материала о состоянии несущих

металлоконструкций в процессе эксплуатации, для чего внести в методики экспертного обследования грузоподъемных кранов обязательную для заполнения карту, содержащую параметры, необходимые для замера и фиксации, среди которых должна быть величина фактического прогиба несущей металлоконструкции мостовых кранов. Это необходимо отразить в дополнении к «Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов»;

- ввести обязательную экспертизу головными организациями по ПТМ представляемых к утверждению методик расчета остаточного ресурса, для чего требуется осуществлять их предварительную опытную эксплуатацию экспертными организациями;

- использовать методику оценки остаточного ресурса мостовых кранов по допустимому расчетному остаточному прогибу главных балок для тех случаев, когда другие способы не пригодны, пока существующие утвержденные методики оценки не будут усовершенствованы и применимы для всех практически используемых конструкций и условий эксплуатации мостовых кранов.

Литература

1. Котельников В.С., Зарецкий А.А., Короткий А.А., Еремин И.И. Новые аспекты в методологии экспертных обследований грузоподъемных кранов // Безопасность труда в промышленности. -2002. -№ П. - С. 2 - 6.
2. Котельников В.С. О травматизме и аварийности на подъемных сооружениях // Подъемно-транспортное дело. -2001. - № 3 (19). - С. 9 - 18.
3. Еремцов А.М. В споре рождается истина // Подъемно-транспортное оборудование. -2003. - № 1-2 (30-31). - С. 44 - 45.